

ANÁLISE MULTIVARIADA NA AVALIAÇÃO DA RESPOSTA DO CAFEIRO À ADUBAÇÃO POTÁSSICA

SILVA, E.B.¹; NOGUEIRA, F.D.² e GUIMARÃES, P.T.G.²

- Trabalho financiado pelo CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ-CBP&D/Café -

¹ Pesquisador da EPAMIG/CTNM, C.P. 12.39.440-000, Nova Porteirinha-MG, <ebsilva@nortecnet.com.br>; ² Pesquisador EMBRAPA/EPAMIG/CTSM, Lavras-MG; ² Pesquisador EMBRAPA/EPAMIG/CTSM, Lavras-MG.

RESUMO: Foram conduzidos dois experimentos de campo, sendo um no município de São Sebastião do Paraíso, em Latossolo Vermelho distroférico (LV), e outro em Patrocínio, em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVA), em Minas Gerais, com o objetivo de verificar a resposta do cafeeiro à adubação potássica pela utilização da análise multivariada. Usaram-se, em ambos os locais, cafezais da cultivar Catuaí Vermelho com idade de seis anos, com um planta por cova, no espaçamento de 3,5 x 0,7 m. Os experimentos foram delineados em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, utilizando-se três fontes de K - cloreto de potássio (KCl), sulfato de potássio (K₂SO₄) e nitrato de potássio (KNO₃) - nas parcelas e quatro doses de K (0, 100, 200 e 400 kg ha⁻¹) aplicadas nas subparcelas, com quatro repetições. Foram avaliados produção, atividade enzimática da polifenoloxidase, índice de coloração, acidez titulável total e açúcares totais dos grãos de café beneficiados durante quatro safras (1995 a 1998), em cada local. O cafeeiro respondeu em produção e qualidade dos grãos de café beneficiados, quando adubado com sulfato de potássio aplicado nas condições de São Sebastião do Paraíso, conforme constatado por meio da análise multivariada com uma solução única.

Palavras-chave: produção, polifenoloxidase, índice de coloração, acidez titulável total, açúcares totais.

MULTIVARIATE ANALYSIS ON THE EVALUATION OF COFFEE TO POTASSIUM FERTILIZATION

ABSTRACT: Two field experiments were conducted on a Red Latossol dystroferic (RL) in São Sebastião do Paraíso county and other on a Yellow Red Latossol dystrofic (YRL) in Patrocínio county, in Minas Gerais State, Brazil. The objective was to verify the coffee response to the potassium fertilization by the multivariate analysis. In both places, coffee trees of the cultivar “Catuaí Vermelho”, aged six years old, with a plant per hole at spacing of 3.5 x 0.7 m were evaluated. The experiments were designed in randomized blocks in split plot scheme, by utilizing three K sources: potassium chloride (KCl), potassium

sulphate (K_2SO_4) and potassium nitrate (KNO_3) in the plots and four K doses (0, 100, 200 and 400 kg ha⁻¹) applied in the subplots with four repetitions. The evaluations were yield, enzyme activity of polyphenyloxidase, coloration index, total tirable acidity and total sugars of processed coffee grains over four crops (1995 to 1998) in each place. The coffee tree responded for yield and quality of the processed coffee grains, when fertilized with potassium sulfate, applied in the conditions of São Sebastião do Paraíso, as consisted through the multivariate analysis with an only solution.

Key words: yield, polyphenyloxidase, coloration index, tirable acidity, total sugars.

INTRODUÇÃO

As exigências do cafeeiro em K são equivalentes às de N, sendo este último mais exigido no crescimento foliar. O K aparece em maior concentração nos frutos, em particular na polpa do café, mas sem participar de moléculas orgânicas. As quantidades de K nas partes vegetativas são suficientes para mostrar que este nutriente desempenha papel importante na nutrição desta cultura. Em geral, altos teores de K estão associados com colheitas elevadas (Malavolta, 1993). O K tem, há muito tempo, sido considerado o “elemento da qualidade” em nutrição de plantas, o qual funciona em processos osmóticos, na síntese de proteínas e na manutenção de sua estabilidade, na permeabilidade da membrana (Zehler et al., 1986). Apesar dessa reputação qualitativa e de aumentar a produção agrícola, normalmente ignora-se a extensão dos benefícios da adubação potássica. A qualidade dos produtos agrícolas não é facilmente definida ou medida como se faz para produção. O padrão de qualidade depende dos propósitos com os quais a planta ou parte dela é utilizada (Mengel & Kirkby, 1987). No caso do cafeeiro, o mais importante é o reflexo da adubação, tanto na produção quanto na sua qualidade, uma vez que esta qualidade está relacionada às cotações de mercado. A fertilização do cafeeiro com cloreto de potássio é questionada, em razão dos seus efeitos deletérios na sua nutrição e, conseqüentemente, na qualidade da bebida. O uso de fontes de potássio (K) isentas de cloreto talvez possa promover maior produção e melhoria na qualidade da bebida do café. O objetivo deste trabalho foi verificar a resposta do cafeeiro diferentes fontes e doses de K através utilização da análise multivariada.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos de campo nas fazendas experimentais da EPAMIG (MG) em Latossolo Vermelho distroférico (LV), de São Sebastião do Paraíso, e Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVA), de Patrocínio (EMBRAPA, 1999). Para caracterização dos solos antes da implantação dos experimentos, foram coletadas amostras compostas de 0 a 20 cm de profundidade, cujas análises químicas e físicas encontram-se na Tabela 1.

Usaram-se, em ambos os locais de cultivo, cafezais da espécie *Coffea arabica* L. da cultivar Catuaí Vermelho e linhagem MG-99 com idade de seis anos, com uma planta por cova, no espaçamento 3,5 x 0,7 m. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas, utilizando-se nas parcelas três fontes de K, sendo cloreto de potássio (KCl), sulfato de potássio (K₂SO₄) e nitrato de potássio (KNO₃), e nas subparcelas quatro doses de K (0, 100, 200 e 400 kg ha⁻¹) com quatro repetições. A parcela experimental foi constituída de três linhas de oito covas, totalizando 24 covas por parcela, sendo consideradas como parcela útil as seis covas centrais. A adubação fosfatada e foliar de B e Zn, os controles fitossanitários e os tratos culturais foram os recomendados para a cultura do cafeeiro.

Tabela 1 - Características químicas e físicas do solo antes da implantação na profundidade de 0 a 20 cm.

Solo	pH _{água}	P	K	S-SO ₄ ⁻²	Ca	Mg	Al	V	MO	Areia	Silte	Argila
		-----mg dm ⁻³ -----	-----mg dm ⁻³ -----	-----cmol _c dm ⁻³ -----	-----cmol _c dm ⁻³ -----	-----cmol _c dm ⁻³ -----	-----cmol _c dm ⁻³ -----	%	-----dag kg ⁻¹ -----	-----dag kg ⁻¹ -----	-----dag kg ⁻¹ -----	-----dag kg ⁻¹ -----
LV	6,0	7,0	70	19,5	3,8	0,9	0,1	65	2,6	24	23	53
LVA	5,9	3,0	63	17,5	3,4	1,3	0,1	69	3,1	22	31	47

Foram feitas avaliações de produção (sacas de 60 kg ha⁻¹), atividade enzimática da polifenoloxidase (U g⁻¹ de amostra), índice de coloração (D.O. 425 nm), acidez titulável total (mL de NaOH/100 g de amostra) e açúcares totais (%) dos grãos beneficiados durante quatro safras (1995 a 1988). Com os valores médios das variáveis avaliadas das quatro safras, foi realizada a análise de variância multivariada, através do processo da variável canônica (Johnson & Wichern, 1988), utilizando o PROC ANOVA do SAS for Windows. Com a variável canônica de maior autovalor foram obtidos os escores a partir do vetor observação de cada unidade experimental das variáveis estudadas, reduzindo-o para um único valor. Esses escores foram submetidos à análise de variância univariada e ao estudo de regressão. Aos modelos obtidos foi aplicado o teste de identidade de modelos (Regazzi, 1993).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo procedimento de análise de variância multivariada obteve-se o valor de F correspondente a 3,65, o qual foi significativo ($P < 0,01$) para interação local de cultivo, fonte e doses de K. Obtendo-se os autovalores que se referem à variância de uma variável canônica, tomou-se a maior raiz característica, a qual continha 87% da variação total dos dados originais, e obteve-se o vetor característico correspondente, cujos elementos são os coeficientes da função discriminante. Com este percentual (87%) da variação total contido nesta variável canônica, a técnica pode ser utilizada eficientemente (Ferreira & Duarte, 1992). A variável canônica obtida foi: $Z_1 = -0,00532370*(\text{produção}) - 0,00019036*(\text{polifenoxidase}) + 3,24347940*(\text{índice de coloração}) - 0,00312622*(\text{acidez titulável total}) - 0,05812554*(\text{açúcares totais})$; em seguida, os escores foram obtidos para cada unidade experimental e submetidos a análise de variância univariada e ajuste de equações. O resultado desta análise está representado na Figura 1. As equações quadráticas foram as que melhor se ajustaram aos escores da variável canônica, média de quatro safras, para todas as fontes de K nos dois locais (Figura 1). O modelo explica aumentos significativos na produção e nas características qualitativas dos grãos com a aplicação das doses de K. Após atingir um ponto máximo, há decréscimo em resposta às doses mais elevadas de K, indicando desequilíbrio nutricional causado pela competição catiônica e aniônica (Malavolta et al., 1997). A melhor resposta ao aumento das doses de K entre as fontes estudadas na produção e qualidade dos grãos de café beneficiados foi obtida em São Sebastião do Paraíso (Figura 1). Conforme se pode verificar na Tabela 2, as equações ajustadas para as fontes de K em São Sebastião do Paraíso diferiram a 1% de probabilidade; dessa forma, existe diferença entre as respostas obtidas para este local, com destaque para a fonte sulfato de potássio, que foi superior. Em Patrocínio, não houve diferença entre as equações ajustadas (Tabela 2); assim, uma única equação pode ser usada para estimativa do aumento da produção e qualidade dos grãos com aumento das doses de K, sem destaque para uma ou outra fonte aplicada (Figura 1).

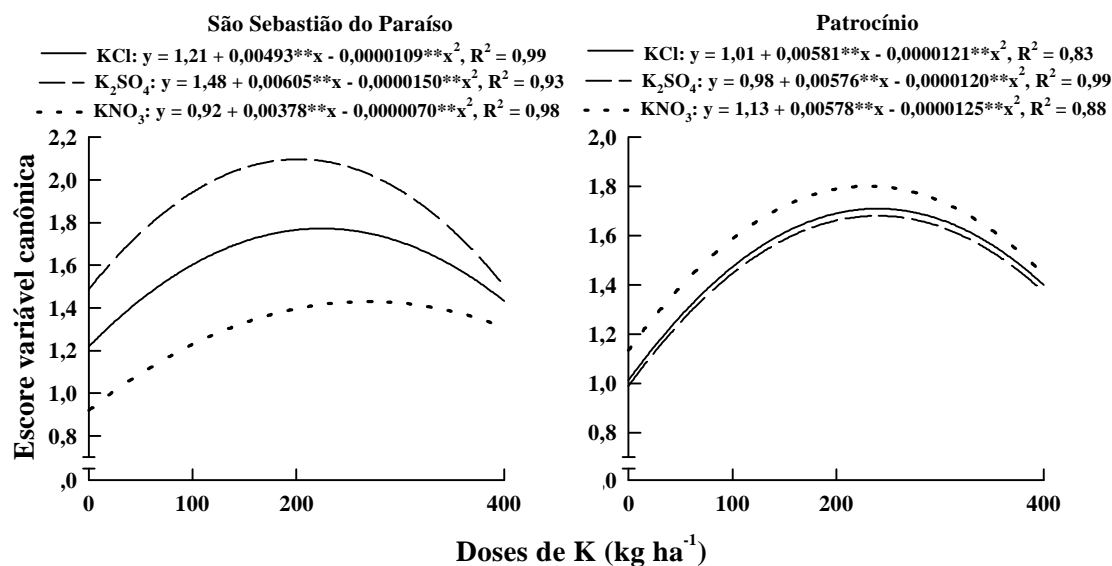


Figura 1 - Escore da variável canônica da análise multivariada em função de doses de K em dois locais, média de quatro safras. (** significativo a 1% pelo teste de t).

Tabela 2 - Análise de variância para se testar a igualdade das equações quadráticas ajustadas entre as fontes de K dentro do local de cultivo

Fonte de Variação	GL	São Sebastião do Paraíso	Patrocínio
Parâmetros	3	9,0742	8,2800
Redução (Ho)	6	0,1115**	0,0011
Resíduo	3	0,0112	0,0351

** Significativo a 1% de probabilidade

CONCLUSÃO

O cafeeiro respondeu em produção e qualidade dos grãos de café beneficiados quando adubado com sulfato de potássio, aplicado nas condições de São Sebastião do Paraíso, conforme constatado através da análise multivariada com uma solução única.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação, 1999. 412p.

FERREIRA, D.F.; DUARTE, G.S. Eficiência da análise de variância multivariada comparada à análise de variância univariada em experimentos com soja. **Ciência e Prática**, Lavras, v.16, n.2, p.229-232, 1992.

- JOHNSON, R.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statical analysis**. 2nd ed. Prentice-Hall: International edition, 1988. 607p.
- MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro**: colheitas econômicas máximas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1993. 210p
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 201p.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principales of plant nutrition**. 4.ed. Berna: International Potash Institute, 1987. 687p.
- REGAZZI, A.J. Teste para se verificar a identidade de modelos de regressão e a igualdade de alguns parâmetros num modelo polinomial ortogonal. **Revista Ceres**, Viçosa, v.40, n.228, p.176-195, 1993.
- ZEHLER, E.; KREIPE, H.; GETHING, P.A. **Sulfato de potássio e cloreto de potássio**: sua influência na produção e na qualidade das plantas cultivadas. Campinas: Fundação Cargil, 1986. 111p.